

PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONNEXION DE PUCES
DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR

Le domaine technique auquel se rapporte
5 l'invention est celui de la microélectronique ou de
l'optoélectronique et plus spécifiquement de la
fabrication de composants microélectroniques ou
optoélectroniques et de leurs moyens de connexions
externes (entrées/sorties).

10 L'invention peut être appliquée à toutes
sortes de dispositifs nécessitant l'interconnexion
dense de plusieurs puces électroniques sur un support
d'interconnexion de surface réduite.

Une application est celle de la
15 juxtaposition ou de l'aboutage de plusieurs composants
par exemple pour les imageurs de grande taille ou les
écrans de grande taille. L'invention permet par exemple
la juxtaposition de composants avec une perte minimum
de pixels limitée à un côté.

20 Une autre application concerne la
juxtaposition de puces d'injection d'encre pour
imprimantes ou autres composants électroniques.

Lorsqu'on souhaite, par exemple, réaliser
de très grandes matrices de détection de rayonnement
25 (visible, IR, UV, X, rayonnement gamma, ou
millimétrique, etc....) ou des matrices d'émission ou
d'imagerie (écrans, matrices d'émission LED, laser
VCSEL, etc....) on est amené à mettre côte à côte et à
interconnecter plusieurs composants élémentaires 2 sur

un support commun 4 (à la manière d'un pavage), comme illustré sur les figures 1A et 1B.

On cherche à minimiser les zones perdues (hachurées sur la figure 1A) situées entre les
5 composants élémentaires 2.

Chaque composant élémentaire a besoin d' « amenées électriques » physiques externes 6 qui viennent alimenter sa face active 8 (Fig. 1B).

Ces amenées proviennent en général du
10 substrat d'interconnexion 4 sur lequel sont reportés les composants.

Les amenées doivent donc transiter de la face supérieure 8 de chaque composant vers le support 4.

15 Comme illustré sur les figures 1B et 1C, ce transit est en général réalisé par des fils 6 de soudure qui sont soudés d'une part sur des plots 10 de thermocompression situés en face avant du composant, d'autre part sur le support d'interconnexion 4.

20 Les espaces latéraux requis pour cette opération (zones hachurées sur figure 1A) sont très importants et font perdre notamment un nombre significatif de pixels de détection ou d'émission dans les zones de juxtaposition.

25 Afin de réduire ces zones perdues, le document US.2002/0160598 décrit une méthode d'interconnexion à travers une puce de silicium.

Toutefois, cette technique est extrêmement complexe et sa mise en œuvre doit être faite sur des
30 tranches complètes (200mm, 300mm) de circuit silicium. En outre cette technique est impropre à une réalisation

sur puce unitaire, découpée à partir d'un wafer ou substrat.

Une telle technique ne peut pas non plus s'appliquer, par exemple, à des lots de fonderie
5 partagés par plusieurs utilisateurs.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne un dispositif électronique comportant :

- un élément actif ou un circuit,
10 comportant une première et une deuxième face, la première face étant munie de moyens de connexion électrique,

- un élément, ou un circuit, ou des moyens de report, comportant une première face et une deuxième
15 face et étant assemblé par sa première face à la deuxième face de l'élément actif, ainsi que des moyens de connexion électrique sur sa deuxième face,

- une connexion, de préférence filaire, entre les moyens de connexion électrique de l'élément
20 actif ou du circuit et de l'élément de report.

Des moyens de connexion étant prévus sur l'élément de report, une connexion, par exemple filaire, peut être réalisée entre la première face de l'élément actif et la deuxième face de l'élément du
25 report. On entend par « filaire » aussi bien une connexion par fil électrique que par ruban électrique.

Il n'y a donc pas de connexion directe à réaliser entre l'élément actif et un circuit d'assemblage ou une tranche de semiconducteur.
30 L'élément de report peut, quant à lui, être fixé sur une telle tranche ou sur un tel circuit d'assemblage.

L'élément de report présente une largeur, selon une direction perpendiculaire à un côté de l'élément actif sur lequel ou au voisinage duquel des moyens de connexion électrique sont prévus, inférieure
5 à celle de l'élément actif lui-même. De préférence ce dernier est le seul à être reporté sur, ou fixé à, l'élément de report.

Cette largeur inférieure permet de ramener une connexion filaire depuis la première face de
10 l'élément actif vers la deuxième face de l'élément ou circuit de report mais en dessous de l'élément actif.

Cet élément de report peut être en un matériau quelconque, par exemple en silicium ou en céramique. Il peut être configuré à souhait, par
15 exemple être muni de billes ou de broches ou de plots de connexion, ces derniers pouvant être interconnectés, par exemple par une colle anisotrope conductrice.

La réalisation d'un dispositif conforme à l'invention ne nécessite en outre que des techniques
20 simples et un équipement de coût plus faible que les équipements habituellement utilisés.

Le circuit peut comporter un circuit électronique, par exemple semi-conducteur, tel qu'un circuit CMOS ou CCD, ou un réseau d'interconnexions, ou
25 un circuit bipolaire.

Des moyens de détection ou d'émission de rayonnement, et/ou, éventuellement, des moyens mécaniques ou électro-mécaniques, peuvent être intégrés ou hybridés sur le circuit ou le circuit électronique.
30 A titre d'exemple de moyens mécaniques on peut citer les MEMS (micro-systèmes électro-mécaniques), comme par

exemple un ou des micro-miroirs et/ou un ou des bolomètres et/ou un ou plusieurs capteurs de forces. Ces moyens électroniques peuvent être intégrés au circuit et/ou être hybridés sur la première face du
5 circuit.

L'invention concerne également un système électronique comportant une pluralité de tels dispositifs. Chacun des éléments de report de ces dispositifs est connecté ou fixé à un substrat commun
10 par l'intermédiaire des billes ou broches ou de plots de connexion.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un dispositif, par exemple électronique, comportant :

- 15 - l'assemblage d'un circuit ou d'un circuit actif, comportant une première et une deuxième face, la première face étant munie de moyens de connexion électrique, avec un élément de report, comportant une première et une deuxième faces et des moyens de
20 connexion électrique sur sa deuxième face, l'assemblage étant réalisé par sa première face à la deuxième face de l'élément actif, l'élément de report étant destiné à être assemblé sur un autre circuit ou sur une tranche de semiconducteur du côté de cette même deuxième face,
- 25 - la réalisation d'une connexion, de préférence filaire, entre les moyens de connexion électrique de l'élément ou du circuit actif et de l'élément de report.

Ce procédé peut en outre comporter la
30 réalisation d'une couche de protection de la connexion.

L'assemblage du circuit et de l'élément de report peut comporter la formation, sur l'une et/ou l'autre des deux faces du circuit et de l'élément de report destinées à être assemblés, d'une couche de
5 colle ou d'un film collant ou d'une bande collante ou de moyens de soudure.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- Les figures 1A à 1C représentent des dispositifs de l'art antérieur;
- 10 - les figures 2A à 2D représentent des étapes d'un procédé selon l'invention,
- la figure 3 est un exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention,
- les figures 4A et 4B représentent des
15 systèmes assemblés de dispositifs selon l'invention.

DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

Un premier mode de réalisation de l'invention est décrit en liaison avec les figures 2A à 2D.

20 Le composant 20 à interconnecter par la face arrière est muni de moyens 22 de connexion électrique, par exemple de un ou plusieurs plots de thermocompression, sur un de ses côtés. L'épaisseur du composant est E2.

25 Ce composant 20 a en général une forme de quadrilatère, comme illustré sur la figure 1A, de largeur L1 suivant une direction perpendiculaire au côté muni de moyens 22 de connexion.

30 Un élément intermédiaire ou de report 24, d'épaisseur E1, est réalisé séparément. Cet élément 24

peut être par exemple une céramique mono ou multicouche, ou un circuit imprimé.

Cet élément intermédiaire ou de report a en général une forme similaire à celle du composant 20.

5 Dans une direction perpendiculaire au côté du composant 20 sur lequel sont situés les moyens 22 de connexion, il a de préférence une largeur $L2 < L1$.

Il comporte également sur une de ses surfaces des moyens de connexion par exemple un ou
10 plusieurs plots 26.

Ces plots peuvent être reliés à des pistes d'interconnexion qui redistribuent chaque plot 26 vers des billes (connexion de type BGA) ou des broches 40, 42 (connexion de type PGA) réparties sur la surface de
15 l'élément 24.

Ainsi l'élément 24 intermédiaire ou de report est apte à être assemblé sur un autre support tel qu'un circuit ou une tranche de semiconducteur, du côté de cette même surface sur laquelle les moyens de
20 connexion sont situés.

Le composant 20 et l'élément intermédiaire 24 sont mis côte à côte, les moyens de connexion 22, 26 se faisant face. Un espaceur 30 de largeur l supérieure à $E1 + E2$ peut éventuellement être utilisé pour
25 maintenir un écartement de largeur l entre le composant 20 et l'élément 24 au cours de la réalisation de la connexion.

Les fils 32 de connexion électrique sont alors tirés entre les moyens de connexion du composant
30 20 et ceux de l'élément intermédiaire 24.

On prépare la face arrière 34 de l'un ou de l'autre ou des deux composants pour un collage ou une soudure ultérieure, par exemple en déposant une couche de colle, ou de soudure, ou un film sec, ou une bande
5 collante double face, ... Sur la figure 2B la référence 36 désigne par exemple une couche de colle.

Ensuite (figure 2C), on retourne à 180° l'élément intermédiaire 24 en le repliant sous le composant 20 (après suppression avantageuse de
10 l'espaceur 30) et on termine la liaison composant 20/élément intermédiaire 24 par la réticulation de la colle déposée ou la refusion de la soudure ou un autre mode de fixation.

Les deux éléments initiaux se retrouvent
15 donc liés, le nouveau composant créé comportant des entrées/sorties électriques 40, 42 en face arrière 43, par exemple réparties spatialement en 2D sur la face libre de l'élément 24.

Les connexions filaires 32 sont donc
20 reliées, d'une part à la surface supérieure du composant 20, d'autre part à la surface 43 de l'élément 24. Sur ce dernier, les extrémités de ces connexions se trouvent donc situées dans une zone A située sous le composant 20 ou délimitée par ce composant 20. Chaque
25 fil 32 peut donc passer à proximité du flanc ou du bord 21 du composant 20. Il y a donc une extension latérale de la connexion filaire bien inférieure à ce qu'elle est dans l'art antérieur tel qu'illustré par exemple sur la figure 1C.

30 Une mise en forme des fils de liaison (par exemple par pressage ...) peut éventuellement être

réalisée. Une protection 44 du passage latéral des fils peut ensuite être mise en œuvre, par exemple par encapsulation, par encollage ou par dépôt (de parylène par exemple).

5 Un exemple de réalisation est illustré par la figure 3 : il concerne la réalisation de composants pour une détection de photons, plusieurs de ces composants étant destinés à être juxtaposés pour former une matrice de détection. Chaque composant élémentaire
10 comporte par exemple 100*100 pixels carrés de 200µm de côté chacun (donc de surface 200µm X 200µm chacun). Pour chaque composant un circuit 52 de détection pixélisé est hybridé sur un circuit 50 CMOS de lecture monté sur un élément intermédiaire 54 muni de moyens de
15 connexion.

On réalise en premier lieu un circuit « composite » circuit 50 CMOS/élément 54 intermédiaire.

Le circuit CMOS 50 est découpé à 20µm du bord des circuits actifs sur trois côtés et à 80µm du
20 premier pixel actif sur le quatrième côté, celui sur lequel sont situés des plots 53 de connexion, par exemple des plots de thermocompression. Ce circuit a, par exemple, une taille de 20,04 mm sur 20,1 mm.

Un élément intermédiaire 54 de type
25 céramique (Al_2O_3 , ou AIN ...), est muni de moyens 58 d'assemblage pour circuit imprimé. Ces moyens sont par exemple des broches et rendent l'élément 54 connectable et déconnectable. Des plots 62 de connexion vont permettre de fixer un fil de connexion 56 pour les
30 relier électriquement aux plots 53.

La céramique 54 est de préférence plus petite que le circuit 50, elle a par exemple une taille de 1,8 mm x 1,8 mm.

On réalise les étapes décrites ci-dessus en
5 liaison avec les figures 2A à 2D en utilisant des épaisseurs E1 et E2 de 500µm, une cale 30 de 1,1 mm de large, un fil de connexion 56 de 25µm de diamètre et un dépôt 44 de parylène pour enrobage final du fil 56.

Le circuit composite aura les
10 caractéristiques suivantes :

- sur trois côtés : possibilité de juxtaposer un autre circuit à une distance de environ 20µm,
- sur le côté du circuit 50 où sont situés
15 les fils 56 : possibilité de juxtaposition à une distance d'environ 130µm : 80µm (largeur du plot 53 de connexion) + 25µm (épaisseur du fil 56) + 15µm (largeur de garde) + 10µm (épaisseur du parylène).

On peut donc juxtaposer les circuits
20 actifs, sur trois des quatre côtés, à $2 \times 20 = 40\mu\text{m}$ minimum, et sur l'autre côté à $20 + 130 = 150\mu\text{m}$ minimum.

Le circuit actif 50 est muni par exemple de billes 60 de connexion, réparties avec un pas de 200µm,
25 sur lesquelles on vient hybrider un circuit 52 de détection de photons découpé de telle manière qu'il ne perde que 0,5 pixel sur les quatre côtés.

Le circuit détecteur 52 passe par-dessus les fils 56. Ainsi une seule rangée de pixels est
30 perdue au voisinage de la jonction dans la région 57.

On réalise donc là encore une connexion filaire avec une extension latérale très limitée, les moyens 58 d'assemblage étant ramenés ou situés dans la zone A située sous le composant 50.

5 On peut ensuite réaliser un assemblage par insertion des broches 58 dans un circuit support ou par soudure de billes si des billes sont implantées à la place des broches 58.

On peut paver le circuit support par
10 insertion simple d'éléments tels que celui de la figure 3. Lors d'une réparation, on enlève un élément défectueux puis on réinsère un nouvel élément.

Les figures 4A et 4B représentent un pavage obtenu.

15 Sur la figure 4A plusieurs composants élémentaires 64, 66, 68 du type de celui décrit ci-dessus en liaison avec la figure 3 sont à assembler sur un circuit 70 ou un substrat de silicium.

La figure 4B représente une vue de dessus
20 de composants, par exemple de détecteurs 72, chacun étant assemblé avec un l'élément intermédiaire correspondant (représenté en traits interrompus), lui-même assemblé ou fixé sur un circuit ou substrat 80 commun à l'ensemble des détecteurs.

25 L'invention permet de limiter la perte, dans les zones limites de juxtaposition, à une rangée de pixels (soit une zone morte d'environ 200µm de large). Les conditions de tolérances de positionnement sur circuit imprimé ne sont pas prises en compte dans
30 cet exemple numérique.

Selon l'invention, un élément intermédiaire peut être reporté sur la face arrière d'une puce et les entrées/sorties de la puce sont ramenées à l'arrière de l'ensemble puce/élément intermédiaire. La connexion de
5 cet ensemble est ainsi facilitée et permet de gagner en densité d'intégration.

D'autres éléments peuvent être associés à chaque puce, par exemple hybridés sur sa face avant.

L'invention s'applique à la réalisation de
10 détecteurs de grande taille, notamment de détecteurs Infra-rouges, de détecteurs bolométriques juxtaposables, de scanners à rayons X ou de détecteurs de rayons gamma de grande taille. Des écrans émissifs de grande taille peuvent aussi être réalisés.

REVENDICATIONS

1. Dispositif électronique comportant :

- un circuit électronique (20, 50), appelé
5 élément actif, comportant une première et une deuxième
faces, la première face étant munie de moyens (22, 53)
de connexion électrique, disposés sur un seul côté du
circuit,
- un élément (24, 50) de report,
10 comportant une première face et une deuxième face et
étant assemblé par sa première face à la deuxième face
de l'élément actif, ainsi que des moyens (26, 62) de
connexion électrique sur sa deuxième face, cet élément
de report étant destiné à être assemblé sur un autre
15 circuit du côté de cette même deuxième face,
- au moins une connexion filaire (32, 56)
entre les moyens de connexion électrique de la première
face de l'élément actif et ceux de la deuxième face de
l'élément de report.

20

2. Dispositif selon la revendication 1,
l'élément de report étant assemblé à la deuxième face
de l'élément actif par une couche (36) de colle ou un
film collant ou une bande collante ou des moyens de
25 soudure.

3. Dispositif selon l'une des
revendications 1 à 3, la connexion étant recouverte
d'une couche (44) de protection.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, l'élément de report (24, 50) comportant un élément en céramique.

5 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, le circuit électronique (20, 50) comportant un circuit semi-conducteur.

6. Dispositif selon la revendication 5, le
10 circuit électronique (20, 50) comportant un circuit CMOS et/ou un circuit CCD et/ou un réseau d'interconnexions, et/ou un circuit bipolaire.

7. Dispositif selon l'une des
15 revendications 1 à 6, le circuit électronique comportant en outre des moyens (52) de détection ou d'émission de photons ou de rayonnement et/ou des moyens mécaniques ou électromécaniques.

20 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, comportant un circuit ou des moyens (52) de détection de photons ou de rayonnement hybridés sur la première face du circuit électronique.

25 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, comportant en outre un circuit ou des moyens d'émission de photons, hybridés sur la première face du circuit électronique.

30 10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, les circuits ou les moyens, hybridés sur la première

face du circuit électronique, recouvrant les moyens de connexion situés sur cette première face.

11. Dispositif selon l'une des
5 revendications 1 à 10, la deuxième face de l'élément de report comportant en outre des billes ou des broches ou des plots (40, 42, 58) de connexion.

12. Système électronique comportant une
10 pluralité de dispositifs selon la revendication 11, chacun des éléments de report de ces dispositifs étant connecté ou fixé à un substrat commun par l'intermédiaire des billes ou broches (40, 42, 58) ou des plots de connexion.

15

13. Système selon la revendication 12, chaque dispositif étant séparé de son voisin par une distance inférieure à 60 μm .

14. Procédé de réalisation d'un dispositif
20 électronique comportant :

- l'assemblage d'un circuit électronique
(20, 50), dit élément actif, comportant une première et
une deuxième faces, la première face étant munie de
25 moyens (22, 53) de connexion électrique, disposés sur un seul côté du circuit, avec un élément (24, 50) de report, comportant une première et une deuxième faces et des moyens (26, 62) de connexion électrique sur sa deuxième face, l'assemblage étant réalisé par sa
30 première face à la deuxième face de l'élément actif,

- la réalisation d'une connexion filaire (32, 56) entre les moyens de connexion électrique de la première face de l'élément actif et de la deuxième face de l'élément de report.

5

15. Procédé selon la revendication 14, comportant en outre la réalisation d'une couche (44) de protection de la connexion filaire.

10

16. Procédé selon l'une des revendications 14 ou 15, l'assemblage du circuit électronique et de l'élément de report comportant la formation, sur l'une et/ou l'autre des deux faces du circuit électronique et de l'élément de report destinées à être assemblés, d'une couche (36) de colle ou d'un film collant ou d'une bande collante ou de moyens de soudure.

15

1 / 4

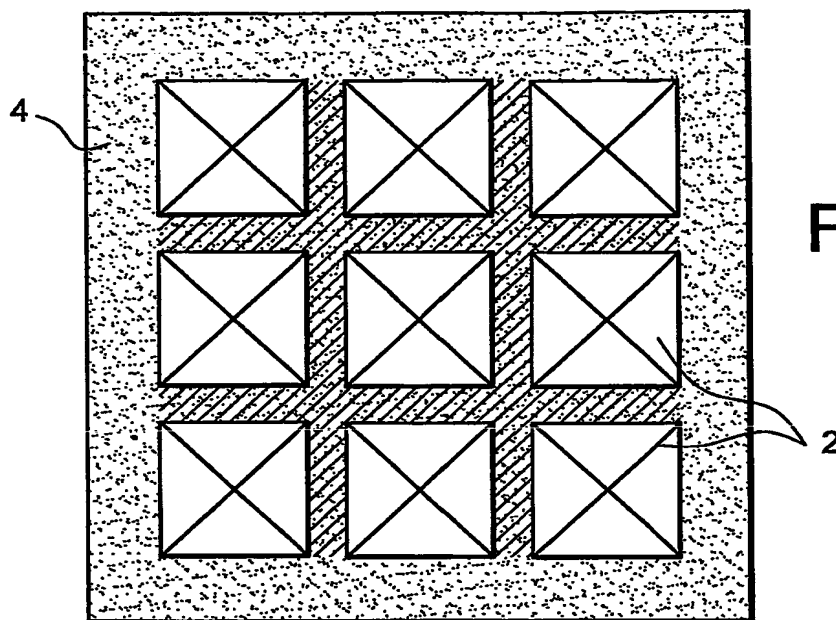


FIG. 1A

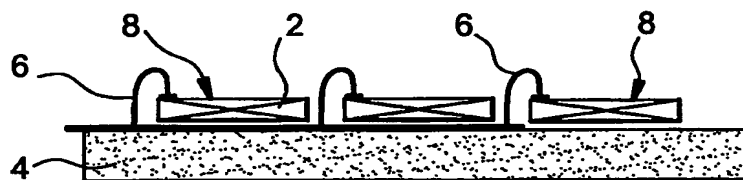
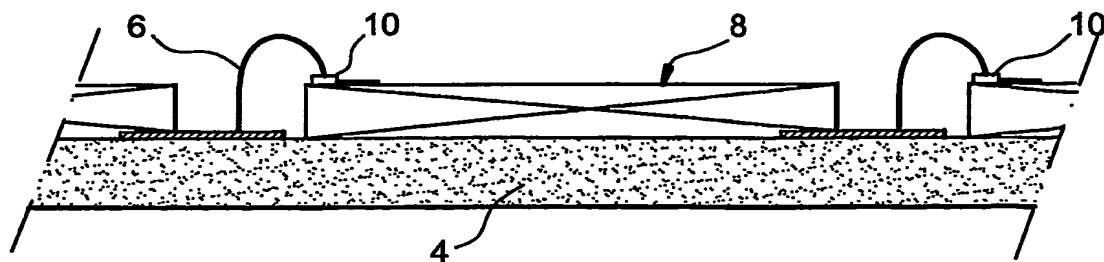


FIG. 1B

FIG. 1C



2 / 4

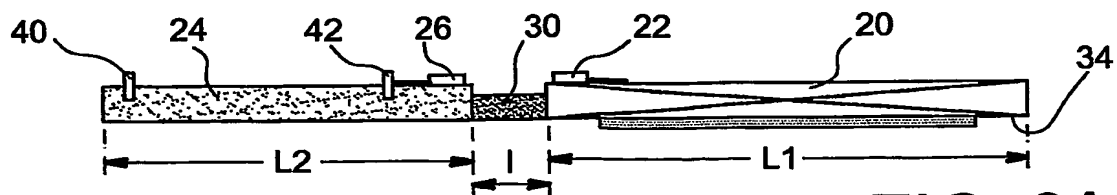


FIG. 2A

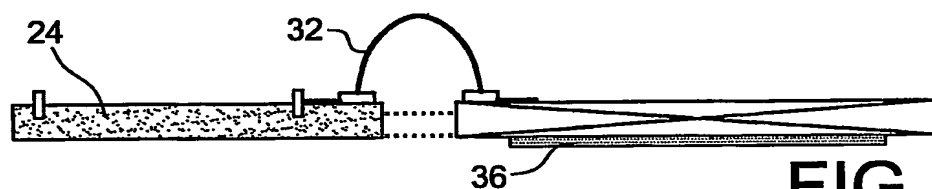


FIG. 2B

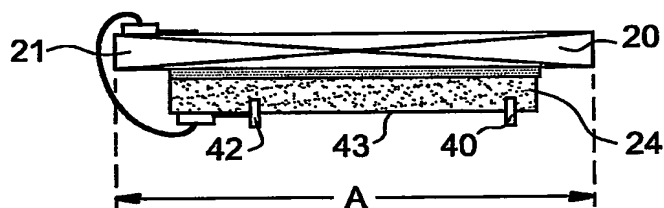


FIG. 2C

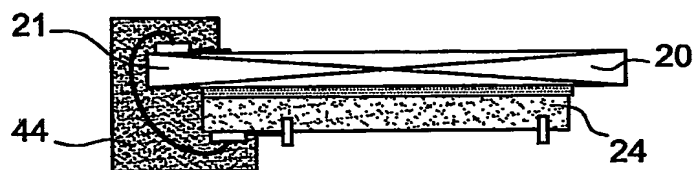


FIG. 2D

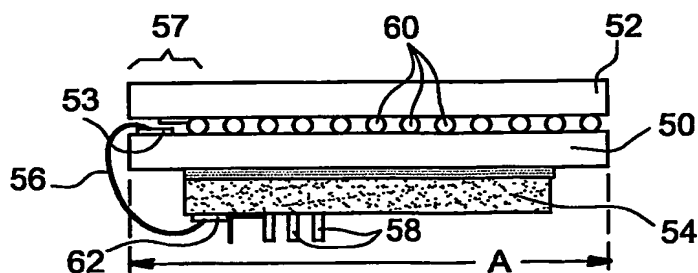


FIG. 3

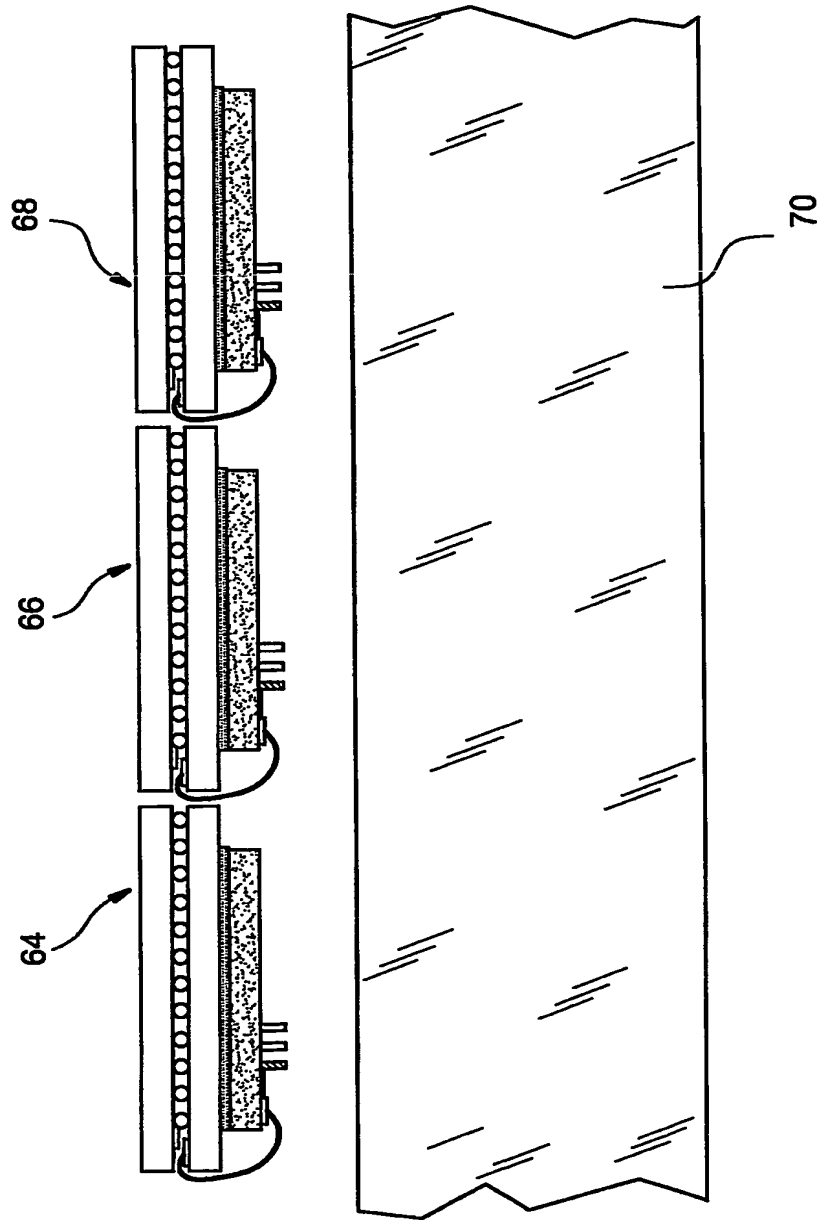


FIG. 4A

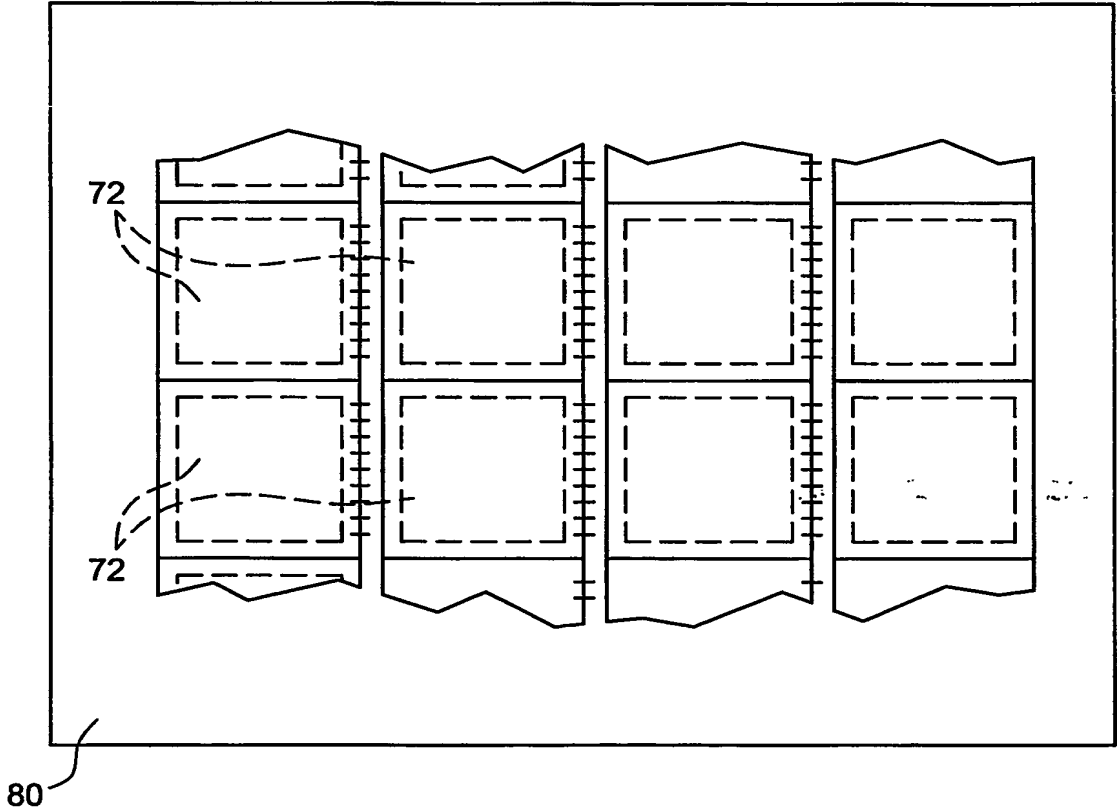


FIG. 4B